

Решение дифракционной задачи об излучении с торца открытого диэлектрического волновода с использованием проекционных методов вызывает значительные сложности, связанные с невозможностью учета в спектре отраженных волн высшего типа, являющихся вытекающими. Вытекающие волны имеют нарастающий при удалении от диэлектрического волновода характер и энергетические интегралы от них являются расходящимися.

Существует методика, заключающаяся в том, что круглый диэлектрический волновод помещается в соосный с ним металлический волновод больших размеров.

В такой модели вытекающие волны в спектре отраженных волн заменяются на собственные волны круглого экранированного двухслойного волновода, а поле излучения раскладывается по базису собственных волн круглого экранированного однородно заполненного волновода. Данный подход, на наш взгляд, имеет некоторые недостатки связанные с тем, что:

- во-первых, естественное условие излучения Зоммерфельда заменяется искусственным нулевым условием на идеальном экране;

- во-вторых, собственные волны экранированного волновода создаются токами на внутренней стенке и моделирование поля излучения в открытое пространство в виде разложения по ним является физически некорректным.

В дифракционной оптике для представления поля световой волны в свободном пространстве используется базис функций гауссова пучка.

Функции Гаусса-Лагерра представляют собой полный набор собственных функций, обладающих свойством ортогональности в любом поперечном сечении.

В докладе проанализирована возможность разложения полей собственных волн полубесконечного круглого открытого диэлектрического волновода на торце. Рассмотрены случаи электрического поля симметричной волны H_{01} и основной волны HE_{11} .

Обсуждается постановка дифракционной задачи о стыке круглого открытого диэлектрического волновода со свободным пространством, в предположении, что волновод возбуждается основной волной HE_{11} . В свободном пространстве поля излучения представляется с помощью функций базиса Гаусса-Лагерра.

Рассмотрены возможности учета разного количества отраженных волн в зависимости от радиуса диэлектрического волновода.

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ПОПЕРЕЧНО-НЕОДНОРОДНЫХ РЕГУЛЯРНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТРУКТУР

С.Б. Раевский¹, А.Ю. Седаков², А.А. Титаренко²

⁽¹⁾Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, physics@nntu.nnov.ru;

⁽²⁾Нижний Новгород, ФГУП ФНПЦ «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова», niiis@niiis.nnov.ru)

ALGORITHMS AND PROGRAMMS FOR CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF TRANSVERSE-INHOMOGENEOUS REGULAR TRANSMISSION LINES

S.B. Raevskii, A.Yu. Sedakov, A.A. Titarenko

Поперечно-неоднородные направляющие структуры (открытые и экранированные) являются базовыми при построении широкого многообразия функциональных узлов СВЧ, КВЧ и оптического диапазонов волн. На их основе строятся аттенуаторы, направленные ответвители, согласующие и возбуждающие устройства, полосовые фильтры, различные резонансные системы, фазосдвигающие устройства, дискриминаторы паразитных мод и т.д. Вариация параметров заполнения экранированных волноводов и функций распределения диэлектрической проницаемости открытых ДВ позволяет обнаруживать уникальные особенности неоднородных направ-

ляющих структур такие, как аномальная дисперсия, инверсия критических частот собственных волн, различные виды комплексных волн, комплексный резонанс и т.д.

Задачи анализа обеспечивают возможность исследования особенностей заданных (как правило, канонических) направляющих структур, в лучшем случае с целью улучшения характеристик этих структур в ограниченных пределах. Достигать предельных характеристик можно только на основе решения задач структурного синтеза. Для осуществления последнего необходимо разрабатывать аналитические методы расчета направляющих структур, в принципе, произвольных поперечных сечений. Лишь произвольная вариация их (сечений) параметров позволяет получать экстремальные (и в общем случае неожиданные) результаты.

Практически все поперечно-неоднородные направляющие структуры (за исключением нескольких канонических) описываются несамосопряженными краевыми задачами, что накладывает особые требования на аналитические методы исследования электродинамических структур, в частности, на возможность априорного определения спектра собственных значений, на поиск их на комплексных плоскостях волновых чисел.

В настоящем докладе даются постановки краевых задач исследования открытых и экранированных направляющих структур, в принципе, с произвольными поперечными сечениями: открытых диэлектрических волноводов с произвольной функцией распределения (по поперечному сечению) диэлектрической проницаемости и экранированных регулярных волноводов с произвольным диэлектрическим заполнением. Приводятся алгоритмы и программы расчета характеристик таких волноводов.

О МЕТОДАХ РАСЧЕТА НАПРАВЛЯЮЩИХ СТРУКТУР, ОПИСЫВАЕМЫХ НЕСАМОСОПРЯЖЕННЫМИ ОПЕРАТОРАМИ

В.В. Бирюков, Н.А. Новоселова, С.Б. Раевский

(Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, physics@nntu.nnov.ru)

ON METHODS OF CALCULATION OF TRANSMISSION LINES DESCRIBED WITH NON-SELFCONJUGATED OPERATORS

V.V. Biryukov, N.A. Novoselova, S.B. Raevskii

Несмотря на тотальную компьютеризацию процессов проектирования функциональных устройств СВЧ, КВЧ и оптического диапазонов волн, использование предельно формализованных численных методов создание аналитических и численно-аналитических методов расчета электродинамических структур не теряет своей злободневности. Во всех теоретических исследованиях аналитичность подходов должна быть доведена до последнего предела, поскольку она дает обоснованность корректности математического моделирования исследуемых структур, априорность ожидаемых результатов, целенаправленность поиска решений. Получение хотя бы промежуточных аналитических результатов сокращает время численных исследований, позволяет конструировать программы синтеза, увеличивая их быстроедействие и эффективность.

В настоящем докладе предлагаются новые строгие методы исследования экранированных направляющих электродинамических структур, описываемых несамосопряженными краевыми задачами. На примере продольно-нерегулярного экранированного волновода демонстрируется переход от решения традиционных краевых электродинамических задач к системам интегро-дифференциальных уравнений.

Для расчета затухания в экранированных волноводах предлагается использование релятивистского метода, основанного на использовании преобразований Лоренца. Метод, являясь строгим и принципиально новым, дает в некоторых случаях неожиданные (по сравнению с традиционными) результаты.